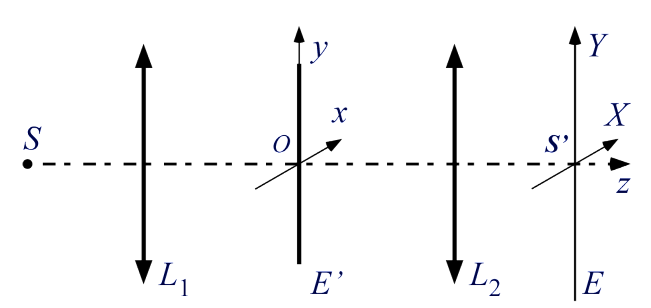
Université Mohamed V **Année universitaire 2014-2015**

Faculté des sciences de Rabat **SMP4 – M22**

T.D. Optique Physique
Série 2

Exercice 1. (Contrôle – automne 2010) *Il s'agit d'une méthode expérimentale de mesure du diamètre d'un fil de soie d'araignée*[1].

On réalise le montage représentée ci-contre : L_1 et L_2 sont deux lentilles minces convergentes de même distance focale f'. **S** est une source ponctuelle monochromatique (de longueur d'onde λ_0) située au foyer objet de L_1. **E** est un écran d'observation qui est confondu avec le plan focal image de L_2, et **S'** est l'image géométrique de **S**. **E'** est l'objet diffractant perpendiculaire à l'axe optique **Oz**. On note **T(x,y)** la fonction de transfert en amplitude de l'objet diffractant. On utilise les lentilles dans l'approximation de Gauss. Considérons les deux diaphragmes suivant :



1. **E'** est une pupille **fente** de largeur a et infiniment longue dans la direction **y**.
Sa transparence $\mathbf{T_1(x) = 1}$.

1.1. Calculer l'amplitude complexe $\mathbf{A_1(M)}$ de l'onde diffractée par cette pupille en un point **M** de l'écran. Tracer la courbe $\mathbf{A_1(X)}$.

1.2. Donner l'expression de l'intensité lumineuse $\mathbf{I_1(M)}$.

1.3. Quelle est l'expression permettant de calculer la largeur **L** du pic central ?

2. **E'** est maintenant un fil fin tendu dans la direction **y** et dont le diamètre est **a**.
La transparence de cette pupille est $\mathbf{T_2(x)}$, et les diaphragmes **1** et **2** sont dits «complémentaires[2]».

2.1. Déterminer la relation de l'amplitude complexe $\mathbf{A_2(M)}$. Tracer la courbe $\mathbf{A_2(X)}$.

2.2. En déduire la figure de diffraction observée $\mathbf{I_2(M)}$. Tracer la courbe $\mathbf{I_2(X)}$.

2.3. Quel théorème avez-vous démontré ?

3. Applications numériques : $\lambda_0 = 633$ **nm**, $f' = 50$ **cm** et $L = 8{,}1$ **mm**.

3.1. Quel est le diamètre typique du fil de soie ?

3.2. Avec les incertitudes suivantes : $\Delta\lambda_0 = \pm 0{,}02$ **nm** ; $\Delta f' = \pm 1$ **mm** ; $\Delta L = \pm 100$ **mm**, calculer l'incertitude sur le diamètre mesuré.

---

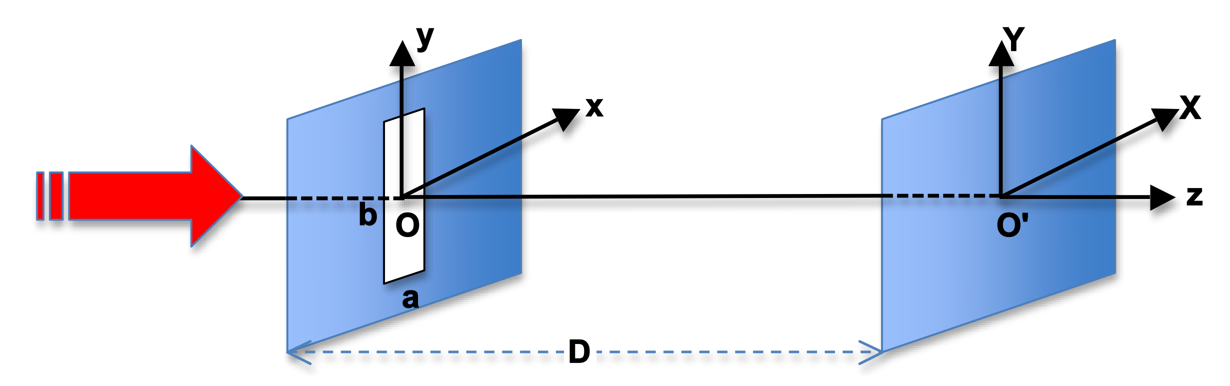
[1] à diamètre équivalent, ces fils sont plus durs que de l'acier.

[2] De manière générale, deux diaphragmes sont complémentaires si : $T_1(x) + T_2(x) = 1$ en tout point du plan de la pupille.

Exercice 2

On considère une fente transparente de centre **O**, de longueur **b** et de largeur **a** (voir figure) éclairée en incidence normale par une lumière monochromatique de longueur d'onde λ. La fente, contenue dans le plan (**O,x,y**), est munie d'un filtre de coefficient de transmission en amplitude

$\mathbf{t(x) = cos}\left(\frac{\pi}{a}x\right)$ pour $|x| = \frac{a}{2}$ et $\mathbf{t(x) = 0}$ ailleurs.



1. Donner, sous forme intégrale, l'expression du champ électrique (en notation complexe) associé à l'onde diffractée dans le plan (**O,x,z**), dans une direction faisant un angle θ faible avec l'axe **Oz**.

2. Calculer le champ en fonction de $\mathbf{u} = \frac{a\pi.\sin(\theta)}{\lambda}$.

3. Quelle est l'expression de l'éclairement observé sur un écran placé très loin à la distance **D** de la fente diffractante ?

4. Comparer avec l'éclairement qu'on observerait sans le filtre. Conclure.

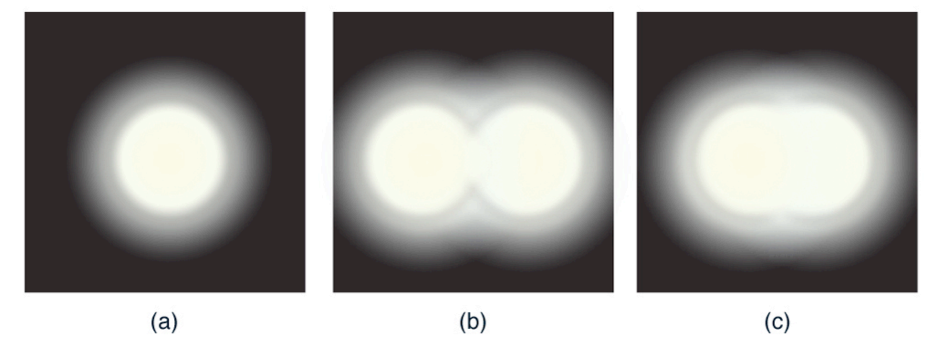
Exercice 3

1. Expliquer le critère de Rayleigh à partir des images de diffraction ci-dessous, figures de deux points objets visualisés par un système optique d'ouverture **D**.

2. La distance angulaire est $1,83\frac{\lambda}{D}$ dans l'image résolue et de $0,61\frac{\lambda}{D}$ dans l'image non résolue.

Compléter par un schéma présentant le profil énergétique des images des 2 points juste à la limite de résolution.

3. Donner sur le schéma la distance angulaire θ_{lim} lorsque les deux points sont à la limite de résolution.



(a) (b) (c)